

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年5月21日 (21.05.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/042280 A1

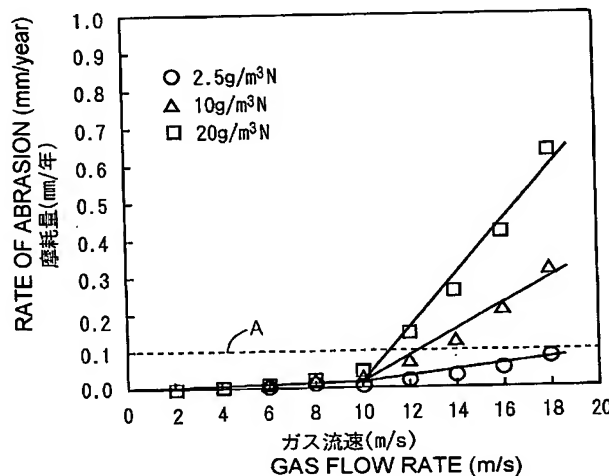
(51) 国際特許分類: F23J 15/00  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/013904  
(22) 国際出願日: 2003年10月30日 (30.10.2003)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2002-321448 2002年11月5日 (05.11.2002) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): バブコック日立株式会社 (BABCOCK-HITACHI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒105-6107 東京都港区浜松町二丁目4番1号 世界貿易センタービル Tokyo (JP).

(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 村本 考司 (MURAMOTO, Kouji) [JP/JP]; 〒737-8508 広島県呉市宝町6番9号 バブコック日立株式会社呉事業所内 Hiroshima (JP). 斎藤 隆行 (SAITOU, Takayuki) [JP/JP]; 〒737-8508 広島県呉市宝町6番9号 バブコック日立株式会社呉事業所内 Hiroshima (JP). 島津 浩通 (SHIMAZU, Hiromichi) [JP/JP]; 〒737-8508 広島県呉市宝町6番9号 バブコック日立株式会社呉事業所内 Hiroshima (JP). 中本 隆則 (NAKAMOTO, Takanori) [JP/JP]; 〒737-8508 広島県呉市宝町6番9号 バブコック日立株式会社呉事業所内 Hiroshima (JP). 勝部 利夫 (KATSUBE, Toshio) [JP/JP]; 〒737-8508 広島県呉市宝町6番9号 バブコック日立株式会社呉事業所内 Hiroshima (JP).

[続葉有]

(54) Title: EXHAUST GAS TREATING APPARATUS

(54) 発明の名称: 排ガス処理装置



(57) Abstract: An exhaust gas treating apparatus comprising, sequentially arranged from an upstream side to a downstream side of an exhaust gas duct of combustion unit, air preheater (3) for preheating air for combustion in a combustion unit with the use of exhaust gas discharged from the combustion unit; gas gas heater (GGH) heat recovering unit (4) composed of a bundle of heat transfer tubes for recovering the heat of exhaust gas into heating medium; dust collector (5); wet type desulfurizer (7); and gas gas heater (GGH) reheating unit (8) composed of a bundle of heat transfer tubes for heating the exhaust gas from an outlet of the desulfurizer with the heating medium fed from the gas gas heater (GGH) heat recovering unit (4), wherein the heat transfer tube bundle of the heat recovering unit (4) is disposed in a square arrangement to the direction of gas flow so that the exhaust gas flow rate between adjacent heat transfer tubes disposed at right angles to the direction of gas flow at the GGH heat recovering unit (4), inter-tube flow rate, is 10 m/s or below. The abrasion and corrosion of heat transfer tube bundle can be reduced even when the exhaust gas contains dust in high proportion.

(57) 要約: 排ガス処理装置には燃焼装置から排出する排ガスにより燃焼装置の燃焼用空気を予熱する空気予熱器3と排ガスの熱を熱媒に回収する伝熱管群からなるガスガスヒータ (GGH) 熱回収器4と集塵装置5と湿式脱硫装置7とその出口の排ガスを前記ガスガスヒータ熱回収器4から供給される熱媒で加熱する伝

[続葉有]



(74) 代理人: 松永 孝義 (MATSUNAGA, Takayoshi); 〒103-0027 東京都中央区日本橋3丁目15番2号 高愛ビル Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

熱管群からなるガスガスヒータ (GGH) 再加熱器 8 とを燃焼装置の排ガスダクトの上流側から下流側に順次配置し、さらに GGH 熱回収器 4 におけるガス流れ方向に対して直交方向の隣接伝熱管同士の間排ガス流速 (管間流速) が  $10 \text{ m/s}$  以下になるように、前記熱回収器 4 の伝熱管群をガス流れ方向に対して正方配列することで、大量のダスト含有する排ガスであっても前記伝熱管群の摩耗・腐食が軽減される。

## 明 細 書

## 排ガス処理装置

5

## 技術分野

本発明は、湿式脱硫装置出口のボイラ等の排ガスを再加熱するのに好適なガス  
ガス熱交換器を備えた排ガス処理装置（排煙処理装置とも称する）に関する。

## 10 背景技術

一般的な排ガス処理システムの系統を図 1 5 と図 1 0、図 1 1 に示す。図 1 5  
に示す排ガス処理システムでは、石炭を燃料源とするボイラ 1 などの燃焼装置か  
ら排出するダストを多量に含む排ガスが脱硝装置 2 に導入され、脱硝装置 2 内で  
排ガス中の窒素酸化物が除去された後、空気予熱器 3 においてボイラ 1 へ供給さ  
15 れる燃焼用空気と熱交換される。排ガスは集塵装置 5（本明細書ではバグフィル  
ターや電気集塵装置を含む集塵装置を指す）で排ガス中の煤塵（ダスト）の大半  
が除去された後、誘引ファン 6 により昇圧される。その後、ガスガスヒータ（G  
G H）の熱回収器 4 に導入され、熱回収された後、湿式脱硫装置 7 に導入され、  
脱硫剤を含む吸収液と気液接触して排ガス中の硫黄酸化物（ $\text{SO}_x$ ）が除去され  
20 る。湿式脱硫装置 7 において飽和ガス温度にまで冷却された排ガスは、脱硫ファ  
ン 9 により昇圧され、G G H 再加熱器 8 により昇温されて、煙突 1 0 から排出さ  
れる。なお、G G H 熱回収器 4 と G G H 再加熱器 8 の間には連絡配管 1 3 が設け  
られており、該配管 1 3 内を熱媒が循環している。

また他の排ガス処理システムの系統を図 1 0 と図 1 1 に示し、その中の G G H  
25 （ガスガスヒータ）の系統を図 1 2 と図 1 3 に示す。なお、前記各図において同  
一機器には同一番号を付すこととする。

図 1 0 において、ボイラ 1 からの排ガスは排ガスダクト 3 0 を流れて脱硝装置  
2 に導入され、排ガス中の窒素酸化物が除去された後、空気予熱器 3 においてボ  
イラ 1 へ供給される燃焼用空気と熱交換される。次に、排ガスは G G H 熱回収器

4に導入され、該熱回収器4内を流れる熱媒と熱交換されて排ガス温度が低下し、排ガス中の煤塵（ダスト）の電気抵抗値が低下した状態で電気集塵装置5に導入されて、排ガス中の煤塵の大半が除去される。その後、排ガスは誘引ファン6により昇圧されて湿式排ガス脱硫装置7に導入され、脱硫剤を含む液体と気液接触5することにより、排ガス中のSO<sub>x</sub>および煤塵の一部が除去される。湿式排ガス脱硫装置7において飽和ガス温度まで冷却された排ガスは、GGH再加熱器8において前記熱回収器4から供給された熱媒体と熱交換することで昇温され、さらに脱硫ファン9により昇圧されて煙突10より排出される。

図11は図10に示す系統において、湿式排ガス脱硫装置7出口の排ガス中に10含まれる煤塵をさらに低減させる目的で、湿式排ガス脱硫装置7とGGH再加熱器8の間の排ガスダクト30に湿式集塵装置19を加えた系統である。

図10と図11に示す排ガス処理システムの系統は、GGH熱回収器4の後流側の排ガスダクト30に集塵装置5が置かれており、該集塵装置5での処理ガス温度が低くなるため、ダストの電気抵抗が下がり、ダスト除去効率が高く、図115に示す排ガス処理システムに比べ、ダスト除去性能が高い。

近年では大気中へのダスト排出規制がより厳しくなっているため、石炭を燃料源とするボイラなどから排出するダストを多量に含む排ガスの処理システムとしては図10、図11に示す排ガス処理システムが主流となりつつある。

次に、図10、図11に示す排ガス処理システムのGGH系統について図1220と図13で説明する。

GGH熱回収器4内の伝熱管11とGGH再加熱器8内の伝熱管12-2を連絡配管13で連絡し、熱媒循環ポンプ14により該連絡配管13内に熱媒を循環させる系統となっている。熱媒循環系統には系内の熱媒の膨張を吸収する目的で熱媒タンク15が設置されており、また、ボイラ等のいかなる運用においても安定した運用が可能ないように、熱媒の温度を制御する目的で熱媒ヒータ16が設置25されている。また、該熱媒ヒータ16で発生する蒸気ドレンは熱媒ヒータドレンタンク17に回収し、その後、ボイラ側タンク（図示せず）に搬送される。

なお、GGH熱回収器伝熱管11とGGH再加熱器伝熱管12-2には、通常熱交換の効率を向上させるためにフィン付伝熱管が用いられている。また、GG

H再加熱器 8 の前段には湿式排ガス脱硫装置 7 から飛散してくる腐食性ミストを除去（蒸発）するためにフィンがない裸管からなる伝熱管で構成された少なくとも 3 段以上の裸管群 12-1 を設置している。

このような構成は特開 2000-161647 号公報に開示されているが、G  
5 GH 熱回収器 4 と再加熱器 8 を循環している熱媒を裸管群 12-1 に流入させ、該裸管群 12-1 表面温度を高くすることで、飛散ミストの除去をすることができる。

図 13 は、図 12 に示す系統において GGH 再加熱器 8 のフィン付伝熱管 12-2 の前段に設置する裸管群からなる伝熱管として SGH (スチームガスヒータ)  
10 20 を設置し、該 SGH 20 に外部から蒸気を投入する系統の構成を示す。SGH 20 において発生する蒸気ドレンは SGH ドレンタンク 18 に回収し、その後、ボイラ側タンク（図示せず）に搬送される。

図 14 は、GGH の除塵装置としてスートブロワ 21 を設置した場合の概略側面図（図 14 (a)）と図 14 (a) の A-A 線断面図（図 14 (b)）を示す。  
15 GGH において使用されるスートブロワ 21 は、GGH での排ガス温度が低い（160℃以下）ため、通常、排ガスダクト 30 内に挿入されたままである。スートブロワ 21 には蒸気または空気が供給されており、スートブロワ 21 の稼動時には、スートブロワ 21 の内部に挿入したチューブが回転しながら往復する（図 14 に示す例では上下に動く）際に、前記チューブに設けられた穴より蒸気また  
20 は空気が噴射し、GGH 伝熱管（フィン付伝熱管）11、12-2 に堆積したダスト等を除去する装置である。

一般に、GGH 伝熱管（フィン付伝熱管）を用いた熱交換器においては、伝熱管領域を通過する通過ガスの流速を速くすることにより熱交換器の伝熱性能は向  
25 上し、全体の伝熱面積を低減することが可能である。

また、伝熱管として使用するフィン付伝熱管のフィンピッチを狭くすることにより（通常フィンピッチは 5.08 mm 以下）、伝熱管 1 本あたりの伝熱面積を大きくすることができ、熱交換器全体の伝熱管の設置本数の低減が図れ、熱交換器寸法を小さくすることができる。

しかしながら、GGHを設置する上記系統の排ガス処理システムにおいて、空気予熱器3の後流（集塵装置5前流）側の排ガスダクト30に設置されるGGH熱回収器4に導入される排ガス中には、多量の煤塵（ $10 \sim 50 \text{ g/m}^3\text{N}$ 程度）が含まれており、GGH熱回収器4の伝熱管11およびそのフィンの経時的な摩  
5 耗（アッシュエロージョンによる摩耗）させる問題および排ガス中に含まれるダストや $\text{SO}_3$ の伝熱管11へ付着して隣接するフィンの間を閉塞させる問題がある。

また、湿式排ガス脱硫装置7の後流側の排ガスダクト30に設置されるGGH再加熱器8においては、集塵装置5および湿式排ガス脱硫装置7においてダスト  
10 は除去され、その量は約 $20 \text{ mg/m}^3\text{N}$ 以下に減っている。そのためGGH再加熱器8ではダストによる摩耗（アッシュエロージョン）環境は緩和される。しかしながら、GGH再加熱器8の前流側に設置する機器（湿式排ガス脱硫装置7及び湿式集塵装置19）から飛散してくる石膏スラリ等を含む硫酸化物吸収液と腐食性成分を含むミストが、GGH再加熱器8のフィン付伝熱管12-2に衝突  
15 し、フィン付伝熱管群12-2を腐食させる問題や、経時的にフィンにダストが付着して隣接するフィンの間及び隣接する伝熱管の間のガスが流れる領域を閉塞させる問題がある。

一般に、GGHの除塵装置としてはスートブロワ21等が設置されるが、GGHを構成する伝熱管の効果的な除塵を行うためには、スートブロワ21の台数を  
20 増すか又はスートブロワ21の起動頻度を多くする等の対策が必要となる。

通常、スートブロワ21は3～5回／日の頻度で起動（タイマによる制御）しているが、フィン付伝熱管のフィンにダストが付着して隣接するフィンの間及び隣接する伝熱管の間のガスが流れる領域を閉塞させる問題点に対し、最悪の条件を想定した起動頻度でスートブロワ21の運転制御をしているため、ダクト30  
25 内に過剰の蒸気量を投入する傾向がある。

そこで、本発明の課題は、GGHを設置する大量のダストに存在する環境を考慮し、上記問題を解決できるGGH熱回収器およびGGH再加熱器の伝熱管の構成を有する排ガス処理装置を提供することである。

## 発明の開示

本発明の上記課題は、燃焼装置から排出する排ガスにより燃焼装置の燃焼用空気を予熱する空気予熱器と、該空気予熱器出口の排ガスの熱を熱媒に回収する伝熱管群からなるガスガスヒータ熱回収器と、該ガスガスヒータ熱回収器出口の排ガス中のばい塵を回収する集塵装置と、該集塵装置出口の排ガス中の硫黄酸化物を除去する湿式脱硫装置と、該湿式脱硫装置出口の排ガスを前記ガスガスヒータ熱回収器から供給される熱媒で加熱する伝熱管群からなるガスガスヒータ再加熱器とを燃焼装置の排ガスダクトの上流側から下流側に順次配置し、ガスガスヒータ熱回収器とガスガスヒータ再加熱器にそれぞれ設けられた伝熱管を連絡し、その内部に熱媒を循環させる熱媒循環ラインを設けた排ガス処理装置において、ガス流れ方向に対して直交する方向の隣接伝熱管同士の間の排ガス流速である管間流速が  $10 \text{ m/s}$  以下となるように、ガスガスヒータ熱回収器の伝熱管群をガス流れ方向に対して正方配列とした排ガス処理装置である。

前記排ガス処理装置は、湿式脱硫装置とガスガスヒータ再加熱器の間の排ガスダクトに湿式集塵装置を配置した構成にしても良い。

また、前記ガスガスヒータの伝熱管の少なくとも一部にフィン付伝熱管を用い、ガスガスヒータ熱回収器の伝熱管フィンピッチを  $7.25 \text{ mm} \sim 10.16 \text{ mm}$ 、ガスガスヒータ再加熱器の伝熱管フィンピッチを  $6.35 \text{ mm} \sim 8.47 \text{ mm}$  とすること、及びガスガスヒータ再加熱器のフィン付き伝熱管の前段に、少なくとも3段以上の裸管群からなる伝熱管を設置し、かつ、該裸管群のガス流れ方向に対して直交する方向の隣接伝熱管同士の間の排ガス流速である管間流速が  $12 \sim 16 \text{ m/s}$  以下となるように前記裸管群をガス流れ方向に対して千鳥配列することが望ましい。

前記ガスガスヒータ再加熱器のフィン付き伝熱管の前段に設けられる裸管群からなる伝熱管は、ガスガスヒータ熱回収器とガスガスヒータ再加熱器を循環する熱媒の循環ラインの一部とするか、又は前記熱媒循環ラインとは別途設けられたスチームが流れるスチームラインとすることができる。

また、前記ガスガスヒータ熱回収器の伝熱管を所定数束ねて一バンドルとし、該一つのバンドルがガス流れ方向に8段以下の伝熱管で構成され、ガス流れ方向

に直交する方向の一つのバンドル幅が3000mm以下であり、かつ、各バンドルのガス流れの前後方向に除塵装置を設置することが望ましい。

さらに、前記ガスガスヒータ熱回収器またはガスガスヒータ再加熱器に除塵装置を設置し、一つのバンドルのガス流れの前後方向に差圧計及び／又は温度計を  
5 設け、かつ、該差圧計及び／又は温度計の測定値が所定の値以上又は以下となった場合に除塵装置を起動させる制御装置を備えた構成としても良い。

GGH熱回収器側4の課題である、フィン付伝熱管部11の灰による摩耗およびフィン付伝熱管部11への閉塞といった問題は、GGH熱回収器4の仕様を以下のように規定することによって解決できる。

10

図15に示す排ガス処理システムでは、GGH熱回収器4を集塵装置5の後流側の排ガスダクト30に設置して、大部分のダストを集塵装置5で捕捉した後の排ガスを用いてGGH熱回収器4で熱交換するのでGGH伝熱管の摩耗対策をする必要が無かった。しかし、近年、図10と図11に示す排ガス処理システムの  
15 方が図15に示す排ガス処理システムに比べ、ダスト除去効率が高いので、主流となりつつあることは既に述べた。

しかし、図10、図11に示すようにGGH熱回収器4は集塵装置5の前流側に設置されるため、GGH熱回収器4に導入される排ガス中には多量の煤塵（10～50g/m<sup>3</sup>N程度）が含まれているので、伝熱管の摩耗が激しいことが懸念  
20 される。一般に伝熱管摩耗量は、ガス流速及び排ガス中のダスト濃度等の影響を受ける。フィン付伝熱管仕様にもよるが、フィン付伝熱管をGGHとして用いるためには、一般的には運用上の摩耗限界線Aは図示の通り約0.1mm/年以下の摩耗速度であることが望ましい。

本発明者らは、GGH熱回収器は集塵装置の前流側に設置した場合のGGH熱  
25 回収器の伝熱管の摩耗を防ぐ方法について検討した結果、図6に示すGGH伝熱管の摩耗量とガス流速とガス中のダスト濃度の関係を見いだした。

すなわち、図6に示す通り、GGH熱回収器を集塵装置の前流側に設置しているため、ガス流速が速くなるにつれ伝熱管の摩耗量が増加することが確認されたが、驚くべきことに、ガス流速10～11m/s以上では、排ガス中のダスト濃



度の多少に拘わらず、前記摩耗量が急激に増加する現象を見出した。

このため、ガス中に含まれる煤塵によるアッシュエロージョンの防止策として、GGH熱回収器の伝熱管（フィン付伝熱管）を通過する管間流速は $10\text{ m/s}$ 以下に規定することで、ダスト除去効率を高く維持したまま、GGH熱回収器の伝熱管の摩耗を防ぐことができる。

なお、前記フィン付伝熱管部管間流速とは、図1（a）に示す伝熱管配列水平断面図において、ガス流れ方向の第1段目の伝熱管の中心軸L上におけるガス流れG方向に直交するダクト断面積から図12、図13のフィン付き伝熱管11、12-2の伝熱管11a、12-2aおよびフィン11b、12-2bのガス流れG方向に直交する断面積の合計値を差し引いた空間部断面領域を通過するガス流速をいう。

図7には、ダスト濃度がゼロ又は異なる数種類の処理ガス流れに3日間、フィンピッチの異なるフィン付き伝熱管を配置した場合のガス流れの圧力損失比の比較データを示す。伝熱管にフィンを付けずに裸管とした場合には、ダスト濃度に関係なく伝熱管を通過する際の圧力損失はほぼ一定となる。一方、伝熱管にフィンを設けたフィン付伝熱管においては、フィンピッチが狭くなるにつれ、ダストが隣接フィン間に詰まりやすくなり、ガス流れの圧力損失の上昇と伝熱管の伝熱性能の低下等の大きな要因となる。

一般的に、フィン付伝熱管を備えた熱交換器においては、フィンピッチを狭くすることにより、伝熱管1本あたりの伝熱面積が増加するため、熱交換上必要となる伝熱面積を設けるために、トータルとしてGGHに設置する伝熱管本数の低減が可能となる。このため、処理ガスがクリーンガスである（ダストが全くない）場合には、通常、フィンピッチは経済性の観点から $5.08\text{ mm}$ 以下の範囲で採用されることが多い。

しかしながら、処理ガス中にはダスト等が混入されているため、GGH熱回収器4とGGH再加熱器8のフィン付き伝熱管11、12-2のフィンピッチを適切な値に設定する必要がある。図7に示す通り、ダスト等を含む処理ガスを扱う環境下においては、伝熱管のダスト付着による排ガスダクトの横断面積が経時的に小さくなるために伝熱管を通過する際のガス流れの圧力損失が経時的に増加す

ることを考慮に入れることで、フィンピッチの最適使用範囲が決まる。

すなわち、煤塵および排ガス中に含まれる $\text{SO}_3$ 等の付着によるフィン付伝熱管の閉塞防止とスートブロワ21等の除塵装置の除塵効果を向上させる目的で、GGH熱回収器4のフィン付伝熱管の配列は正方配列とし、かつ、GGH熱回収器54の伝熱管のフィンピッチは $7.25\text{ mm} \sim 10.16\text{ mm}$ に規定した。

なお、前記フィンピッチとは、伝熱管の部分側面図である図1(b)に示す伝熱管の隣接する独立フィンの間隔F、又は図1(c)に示す伝熱管に巻き付けられたフィンのピッチFを言う。

図8はGGH伝熱管部分での排ガス流れの圧力損失( $\Delta P$ )の経時変化を示す図である。伝熱管部分での圧力損失は時間の経過と共に徐々に上昇していく傾向があるが、図8(a)に示すように伝熱管段数がガス流れ方向に対して8段以下である場合にはスートブロワを図8にS/Bと記すタイミングで稼動することにより、圧力損失はほぼ初期値まで回復するが、図8(b)に示すように伝熱管段数が8段を超えるとスートブロワを稼動しても圧力損失は初期まで回復しない。

15 また、通常、GGHは熱交換上必要となる数の伝熱管を組み合わせたバンドルとしているが、前記伝熱管のバンドルが $3000\text{ mm}$ 以上の幅(ガス流れに直交する方向の幅)で設置されている場合にも同様の傾向がある。

このことから、GGH熱回収器4の伝熱管構成として、除塵装置であるスートブロワ21の除塵性能を向上させる目的で、前記バンドルの寸法をガス流れ方向

20 に8段以下および幅方向に $3000\text{ mm}$ 以下となるように規定し、前記バンドルのガス流れ方向の前後にスートブロワ21を設置する。

一方、湿式排ガス脱硫装置7の後流側に設置されるGGH再加熱器8に流入する排ガス中のダスト濃度は $20\text{ mg/m}^3\text{N}$ 以下と多くないため、アッシュエロージョンに対する考慮は不要となり、ガス流速の制限はなく、GGH再加熱器8の

25 伝熱管部分を通過する排ガスの圧力損失との関係から、適切なガス流速を選定することができる。但し、GGH再加熱器8においては、それより前流側のダクト30内に配置される機器(脱硫装置7、湿式集塵装置19)から飛散してくる吸収液を含むミストが、フィン付伝熱管12-2に衝突し、フィン付伝熱管群12-2の腐食が懸念される。

図 9 には G G H 再加熱器 8 の裸管 1 2 - 1 の管間ガス流速と圧力損失およびミスト除去性能の関係を示す。

ミストの除去性能および伝熱管部分でのガス流れの圧力損失はガス流速に依存し、ガス流速の増加とともに、ミスト除去率（実線 a）および前記圧力損失比（点 5 線 b）ともに増加する。

また、ミスト除去率は 6 0 % 以上であることが必要であるが、ガス流速 1 6 m / s 以上ではほぼ一定の値となることが確認された。これは、湿式排ガス脱硫装置 7 から飛散するミストは、慣性衝突により該裸管群に衝突して除去されるが、ある一定値以下のミスト径のものは該裸管群に衝突せず、排ガスの流れに同伴する  
10 ためである。

通常、G G H 再加熱器 8 入口（湿式排ガス脱硫装置 7 出口）のミスト量は 1 0 0 ~ 1 5 0 m g / m<sup>3</sup>N 程度である。このような条件下において、G G H 再加熱器 8 のフィン付伝熱管 1 2 - 2 における腐食環境を緩和し、安定した運用を行うためには、一般的にはミスト除去効率が 6 0 % 以上であることが望ましい。このこ  
15 とから、G G H 再加熱器 8 の裸管 1 2 - 1 の管間ガス流速は 1 2 m / s ~ 1 6 m / s の範囲が最も有効な使用範囲であることが確認できた。

このため、G G H 再加熱器 8 のフィン付伝熱管 1 2 - 2 の前段にガス流れに対し千鳥配列で少なくとも 3 段以上の伝熱管（裸管） 1 2 - 1 を配置し、かつ、該裸管 1 2 - 1 の管間流速を 1 2 m / s ~ 1 6 m / s の範囲となるように規定す  
20 る。

さらに、上記裸管 1 2 - 1 を設置するとともに、G G H 再加熱器 8 のフィン付伝熱管 1 2 - 2 のフィンピッチを 6 . 3 5 m m ~ 8 . 4 7 m m とすることにより、フィン付伝熱管 1 2 - 2 に経時的にダストが詰まる等の問題も解消され、より安定した運用が可能となる。

25 なお、前記裸管 1 2 - 1 の管間流速とは、図 2 の平面図に示す伝熱管配列において、ガス流れに対し、第 1 段目の裸管 1 2 - 1 の中心軸 L において、ダクト断面積から裸管 1 2 - 1 の投影断面積を差し引いた空間部の投影断面積の通過ガス流速である。

また、G G H 熱回収器または G G H 再加熱器の除塵装置としてスートブロワを

設置した場合において、該スートブロワの運用方法として、G G H熱回収器またはG G H再加熱器伝熱管バンドルのガス流れ方向の前後に差圧値または温度を計測する手段を設け、かつ、該差圧値または温度が所定値以上（または以下）となった場合にスートブロワを起動させることにより、必要に応じスートブロワを起  
5 動することが可能となり、スートブロワで余剰の蒸気量を使用することが無くなる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の形態のG G H伝熱管の仕様図を示す。

10 図 2 は、本発明の実施の形態のG G H再加熱器フィン付管前流の裸管群の仕様図を示す。

図 3 は、本発明の実施の形態の本発明の実施の形態のG G H伝熱管のブロック仕様を示す。

図 4 は、本発明の実施の形態のG G Hバンドル前後に差圧値または温度を計測す  
15 る手段を設けた構成図を示す。

図 5 は、本発明の実施の形態のG G Hバンドル前後に差圧値または温度を計測する手段を設けた構成図を示す。

図 6 は、本発明の実施の形態の本発明の実施の形態の伝熱管の摩耗量とガス流速とダスト濃度の関係を示す。

20 図 7 は、本発明の実施の形態の本発明の実施の形態のフィンピッチと圧力損失の関係を示す。

図 8 は、本発明の実施の形態の本発明の実施の形態の伝熱管部圧力損失の経時変化図を示す。

図 9 は、本発明の実施の形態の裸管部におけるガス流速と圧力損失およびミスト  
25 除去性能の関係を示す。

図 10 は、一般的な排ガス処理システムの系統を示す。

図 11 は、S G Hを設置した場合の一般的な排ガス処理システムの系統を示す。

図 12 は、G G H廻りの一般的な系統を示す。

図 13 は、S G Hを設置した場合のG G H廻りの一般的な系統を示す。

図 1 4 は、除塵装置としてスートブロワを設置した場合の概略側面図（図 1 4（a））と図 1 4（a）の A-A 線断面図（図 1 4（b））を示す。

図 1 5 は、従来の一般的な排ガス処理システムの系統を示す。

5

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。本発明の実施の形態では、先に説明した図 1 0 と図 1 1 に示す排ガス処理システムの系統及び図 1 2 と図 1 3 に示す G G H（ガスガスヒータ）の系統が用いられる。

10 図 1 に本実施例の G G H 熱回収器 4 及び再加熱器 8 に用いられる伝熱管（フィン付伝熱管）1 1、1 2-2 の仕様を示す。図 1（a）の伝熱管水平断面図に示すように、G G H 熱回収器 4 の伝熱管（フィン付伝熱管）1 1 はガス流れに対して正方配列に配置され、かつ、フィン付伝熱管 1 1 のフィンピッチは 7.25 mm～10.16 mm としている。また、G G H 熱回収器 4 のフィン付伝熱管 1 1  
15 を通過するガス流速が管間流速で 10 m/s 以下となるように該伝熱管 1 1 が配置されることを特徴とする。

また、G G H 再加熱器 8 のフィン付伝熱管 1 2-2 のフィンピッチは 6.35 mm～8.47 mm としている。

表 1 には G G H 熱回収器 4 及び再加熱器 8 に用いられるフィン付伝熱管 1 1、  
20 1 2-2 の管間流速、伝熱管径、フィン径、伝熱管ピッチ、フィン径および伝熱管ピッチの代表値を示す。

表 1

25

	熱回収器	再加熱器
管間流速 V(m/s)	$\leq 10$	—
伝熱管径 d(mm)	30～40	30～40
フィン径 D <sub>F</sub> (mm)	60～80	60～80
伝熱管ピッチ P(mm)	90～120	90～120
フィンピッチ	7.25～10.16	6.35～8.47

図 2 は本発明になる G G H 再加熱器 8 の前段に設置する伝熱管（裸管） 1 2 - 1 の水平断面図を示す。図 2 の水平断面図に示すように、G G H 再加熱器 8 の前段にはガス流れに対して千鳥配列の、少なくとも 3 段以上の伝熱管（裸管） 1 2 - 1 を設置している。ここで、該伝熱管（裸管） 1 2 - 1 を通過する管間流速を  $12 \text{ m/s} \sim 16 \text{ m/s}$  の範囲とすることにより、前流側の機器から飛散してくるミストの 60% 以上が効果的に除去でき、G G H 再加熱器 8 のフィン付伝熱管 1 2 - 2 の腐食環境が緩和できる。ここで、伝熱管（裸管） 1 2 - 1 は、ミストの蒸発効率を高める目的で、 $P$ （伝熱管ピッチ）/ $d$ （伝熱管管径） $< 2$  となるように千鳥配列とした。

表 2 には G G H 再加熱器 8 に用いられる伝熱管（裸管） 1 2 - 1 の管間流速、伝熱管径、伝熱管ピッチ、伝熱管段数の代表的な値を示す。

表 2

15

	裸管群
管間流速 $V(\text{m/s})$	12 ~ 16
伝熱管径 $d(\text{mm})$	30 ~ 40
伝熱管ピッチ $P(\text{mm})$	75 ~ 90
伝熱管段数（段）	$\geq 3$

20

前記裸管 1 2 - 1 の管間流速は、図 2 に示す伝熱管配列においてガス流れに対して第 1 段目の伝熱管の中心軸 L 上でダクト断面積から裸管 1 2 - 1 のガス流れ方向の投影断面積を差し引いた面積に対応する空間部を通過するガスの流速である。

次に、本実施例の G G H 伝熱管のバンドルの概略図を示す。

図 3 は G G H 熱回収器 4 及び再加熱器 8 に用いられる熱媒 M が流れる伝熱管（フィン付伝熱管） 1 1、1 2 - 2 の構成単位として、各伝熱管を組み合わせブロック化したバンドルの一例を示す。図 3 は G G H の伝熱管バンドルを縦置き

(吊り下げ型) 構造とした場合の概略図を示しているが、図 3 (a) は排ガス流れに沿った方向の伝熱管バンドルの側面図、図 3 (b) は図 3 (a) の部分拡大図、図 3 (c) は排ガス流れに直交する方向の伝熱管バンドルの側面図である。

スートブロワ 2 1 による除塵効果を向上させるため、図 3 の各バンドルはガス流れ方向に対して 8 段以下で、かつ、バンドル幅 (ガス流れに直交する方向の幅) が 3 0 0 0 mm 以下となるような構成としており、各バンドルの排ガス流れの前後方向にはスートブロワ 2 1 を設置することを特徴とする。

図 3 に示す通り、バンドルは補強柱 2 4 の上部に設けたバンドル受梁 2 5 に管寄せ 2 3 を載せた上で該管寄せ 2 3 に各伝熱管バンドルを吊り下げた方式である。なお、管寄せ 2 3 には伝熱管管寄せ用ノズル 2 2 が接続している。

このように、G G H 伝熱管バンドルを縦置き (吊り下げ型) とすることにより、G G H の内部サポートの設置数を軽減し、G G H のトータル質量を抑制できるだけでなく、その据え付も容易となり、現地据え付工事を比較的簡単に行うことができる。

図 4 (a)、(b) と図 5 (a)、(b) には本実施例の G G H の伝熱管バンドルのガス流れの前後方向に差圧計 2 7 と温度計 2 8 を設け、該計測手段 2 7、2 8 からの信号によりスートブロワ 2 1 のモータ 3 2 等の駆動制御をする制御装置 3 1 を設けた構成図をそれぞれ示す。

伝熱管の除塵装置であるスートブロワ 2 1 は、タイマ等での制御により通常 3 ～ 5 回 / 日の頻度で起動させているが、このような制御では、隣接する伝熱管の間が伝熱管に付着するダストにより詰まらないように、最悪の条件にて設定した起動頻度によりスートブロワ 2 1 を稼働させるため、過剰な蒸気投入となる傾向がある。

このため、図 4 に示す実施例では、差圧計 2 7 と温度計 2 8 による差圧値または温度が所定の値以上 (または以下) となった場合に、スートブロワ 2 1 を起動させる構成とする。

#### 産業上の利用可能性

以上説明したように、ボイラ等から排出される排ガス中の煤塵および硫黄酸化

物を除去し、かつ、煙突から排出する排ガスを再加熱する手段としてガスガス熱交換器（GGH）を設置した排ガス処理システムの構成において、本発明による GGH 伝熱管の仕様・構成を適用することにより、経時的なフィンの摩耗・腐食を軽減し、かつ、煤塵、SO<sub>2</sub>および吸収液等の付着によるフィン付伝熱管の隣接するフィン間及び隣接する伝熱管間の閉塞が軽減され、ボイラ等から排出される排ガスの処理装置として安定した運用が可能となる。

さらに、GGHの除塵装置としてのスートブロウ運用方法として、GGH熱回収器またはGGH再加熱器バンドルのガス流れ前後方向の差圧値および温度が所定の値以上（または以下）となった場合にスートブロウを起動させることにより、ユーティリティ使用量を最低限に抑制することが可能となる。



## 請 求 の 範 囲

1. 燃焼装置から排出する排ガスにより燃焼装置の燃焼用空気を予熱する空気
- 5 予熱器と、  
該空気予熱器出口の排ガスの熱を熱媒に回収する伝熱管群からなるガスガスヒータ熱回収器と、  
該ガスガスヒータ熱回収器出口の排ガス中のばい塵を回収する集塵装置と、  
該集塵装置出口の排ガス中の硫黄酸化物を除去する湿式脱硫装置と、
- 10 該湿式脱硫装置出口の排ガスを前記ガスガスヒータ熱回収器から供給される熱媒で加熱する伝熱管群からなるガスガスヒータ再加熱器と、  
を燃焼装置の排ガスタクトの上流側から下流側に順次配置し、  
ガスガスヒータ熱回収器とガスガスヒータ再加熱器にそれぞれ設けられた伝熱管を連絡し、その内部に熱媒を循環させる熱媒循環ラインを設けた排ガス処理装
- 15 置において、  
ガス流れ方向に対して直交する方向の隣接伝熱管同士の間排ガス流速である管間流速が  $10 \text{ m/s}$  以下なるように、ガスガスヒータ熱回収器の伝熱管群をガス流れ方向に対して正方配列したことを特徴とする排ガス処理装置。
- 20 2. 湿式脱硫装置とガスガスヒータ再加熱器の間の排ガスタクトに湿式集塵装置を配置したことを特徴とする請求項 1 記載の排ガス処理装置。
3. ガスガスヒータの伝熱管の少なくとも一部にフィン付伝熱管を用い、ガスガスヒータ熱回収器の伝熱管フィンピッチを  $7.25 \text{ mm} \sim 10.16 \text{ mm}$ 、ガ
- 25 スガスヒータ再加熱器の伝熱管フィンピッチを  $6.35 \text{ mm} \sim 8.47 \text{ mm}$  としたことを特徴とする請求項 1 記載の排ガス処理装置。
4. ガスガスヒータ再加熱器のフィン付き伝熱管の前段に、少なくとも 3 段以上の裸管群からなる伝熱管を設置し、かつ、該裸管群のガス流れ方向に対して直

交する方向の隣接伝熱管同士の間での排ガス流速である管間流速が  $1.2 \sim 1.6 \text{ m/s}$  以下となるように、前記裸管群をガス流れ方向に対して千鳥配列したことを特徴とする請求項 1 記載の排ガス処理装置。

5 5. ガスガスヒータ再加熱器のフィン付き伝熱管の前段に設けられる裸管群からなる伝熱管は、ガスガスヒータ熱回収器とガスガスヒータ再加熱器を循環する熱媒の循環ラインの一部とするか、又は前記熱媒循環ラインとは別途設けられたスチームが流れるスチームラインとすることを特徴とする請求項 4 記載の排ガス処理装置。

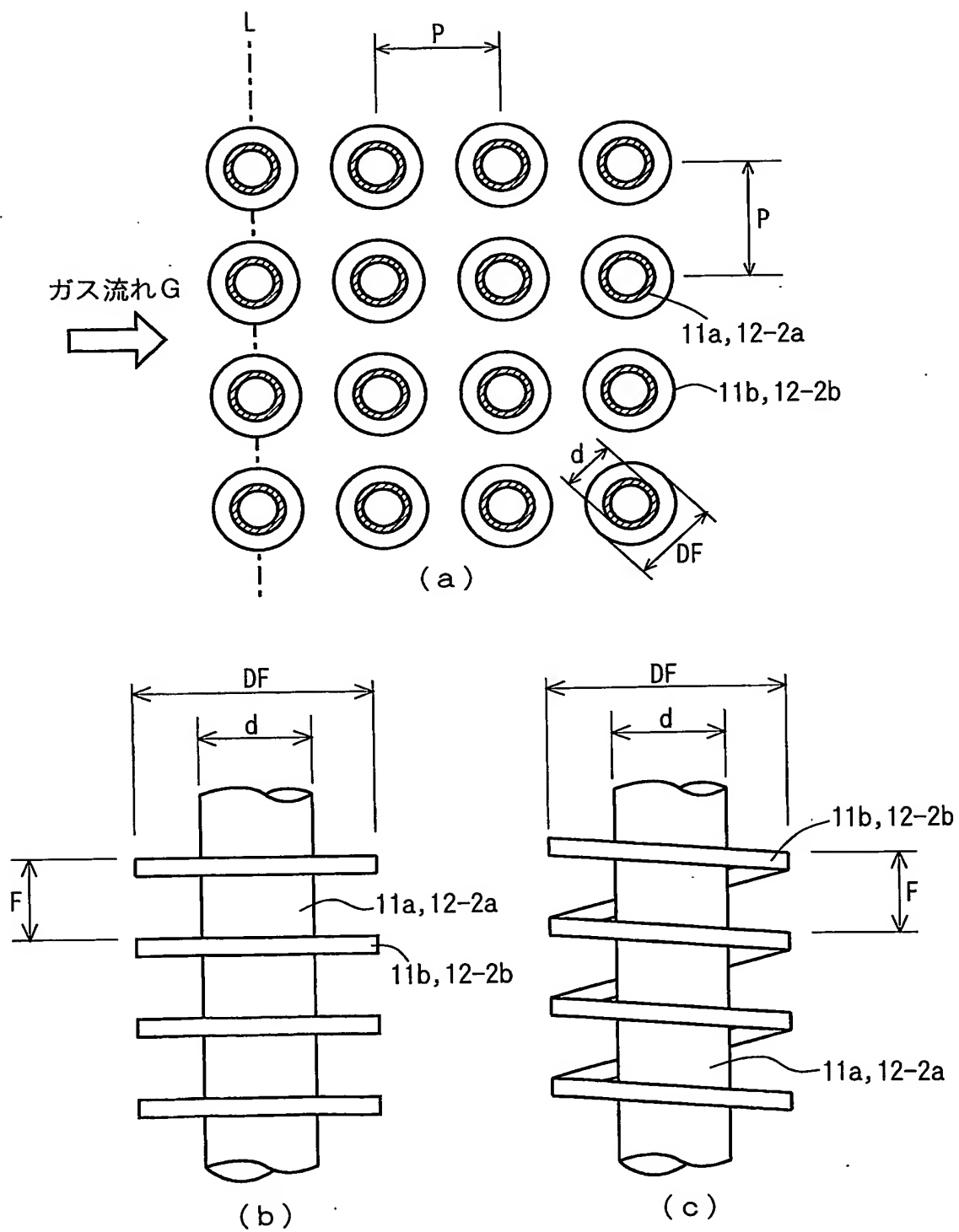
10

6. ガスガスヒータ熱回収器の伝熱管を所定数束ねて一バンドルとし、該一つのバンドルがガス流れ方向に 8 段以下の伝熱管で構成され、ガス流れ方向に直交する方向の一つのバンドル幅が  $3000 \text{ mm}$  以下であり、かつ、各バンドルのガス流れの前後方向に除塵装置を設置したことを特徴とする請求項 1 記載の排ガス  
15 処理装置。

7. ガスガスヒータ熱回収器またはガスガスヒータ再加熱器に除塵装置を設置し、一つのバンドルのガス流れの前後方向に差圧計及び／又は温度計を設け、かつ、該差圧計及び／又は温度計の測定値が所定の値以上又は以下となった場合に  
20 除塵装置を起動させる制御装置を備えたことを特徴とする請求項 5 記載の排ガス処理装置。

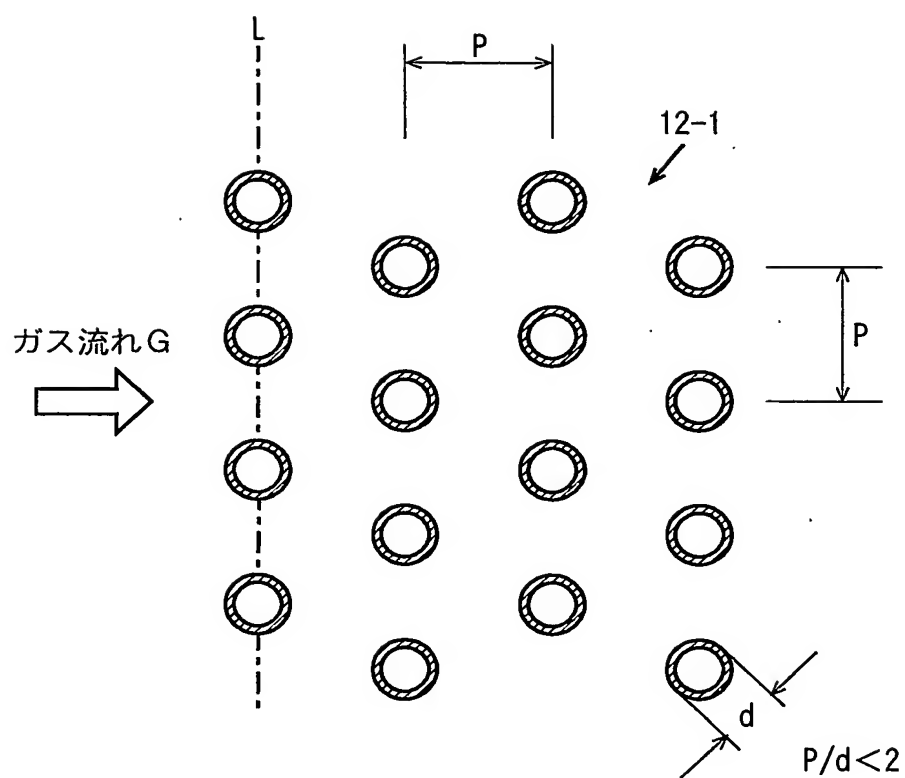
1 / 14

FIG. 1



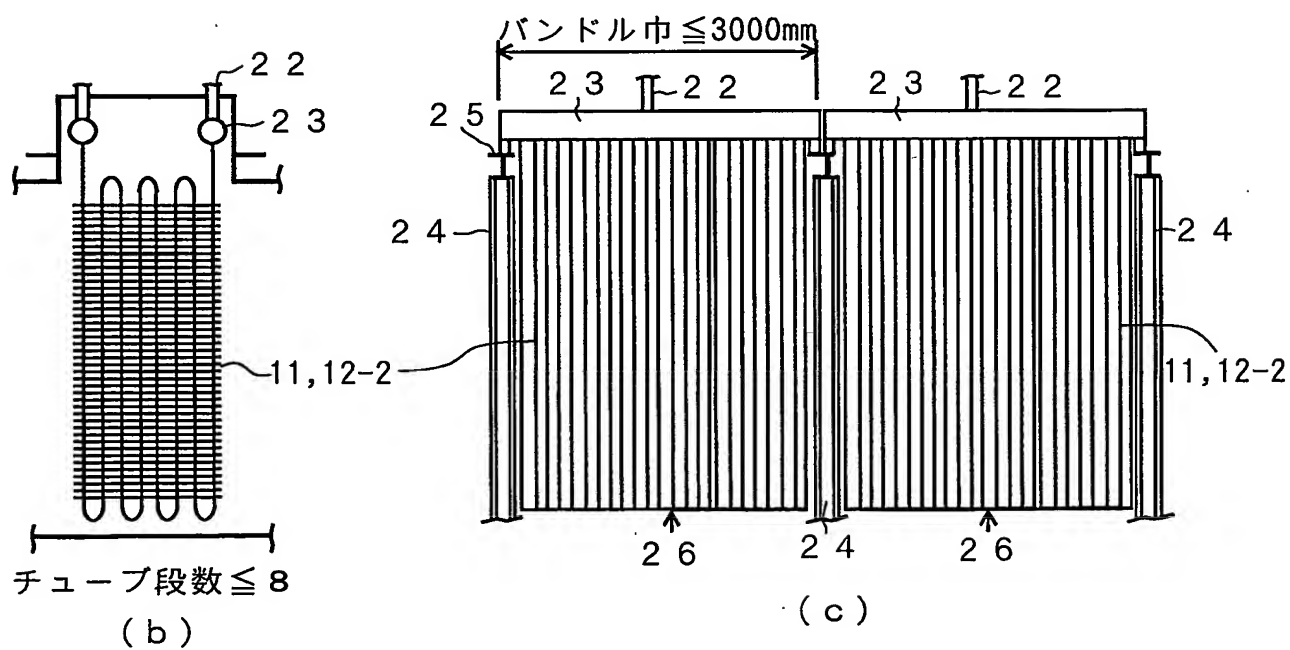
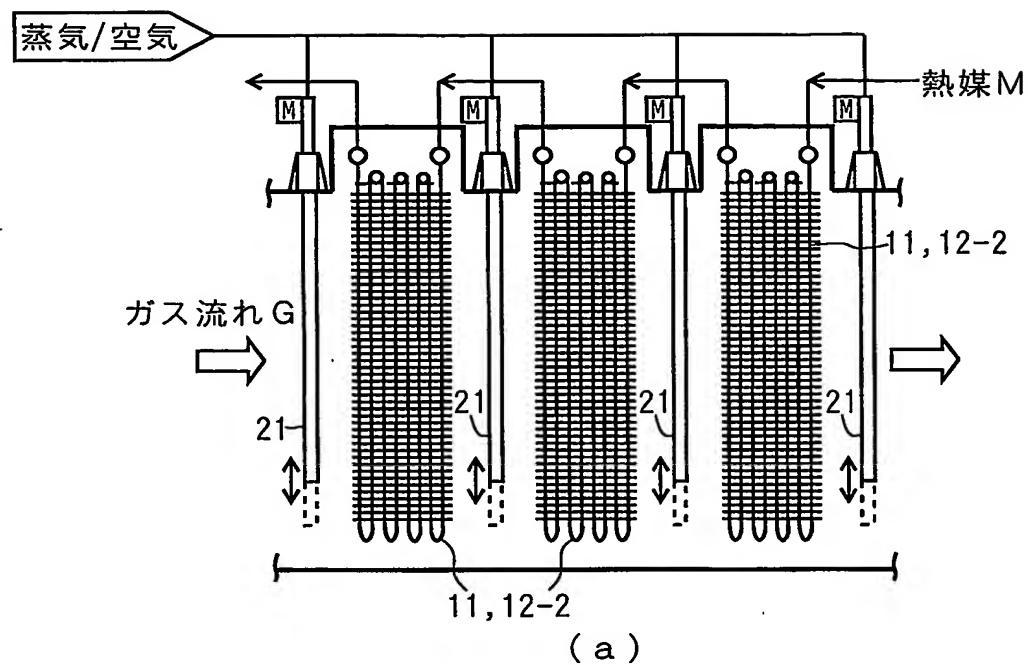
2 / 1 4

FIG. 2



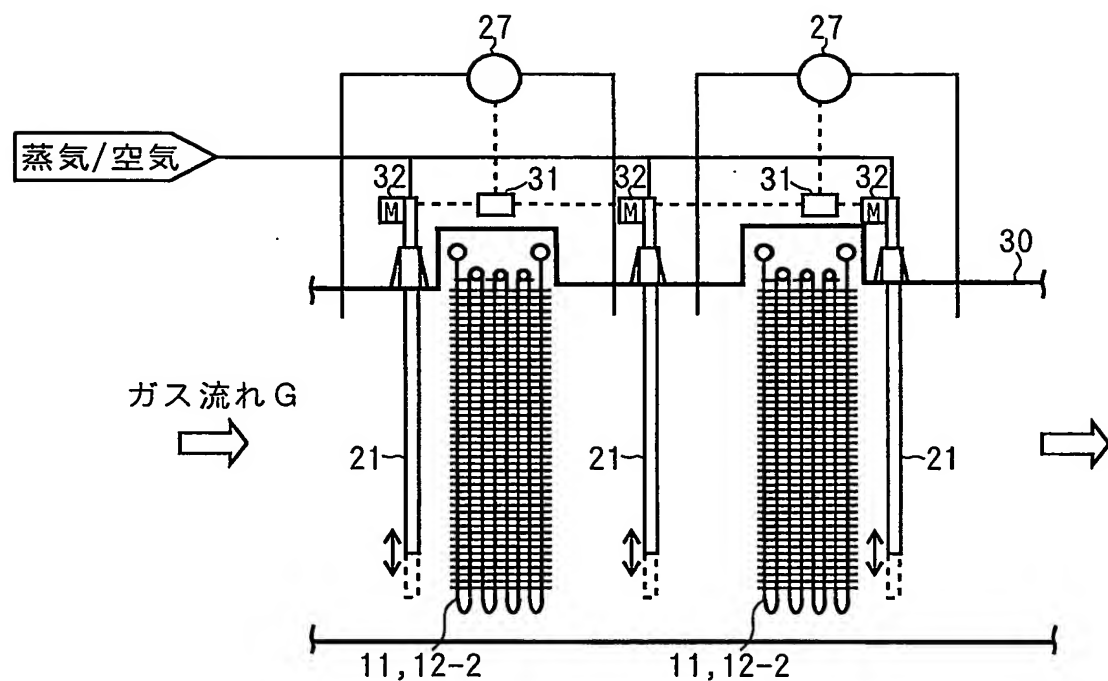
3 / 14

FIG. 3

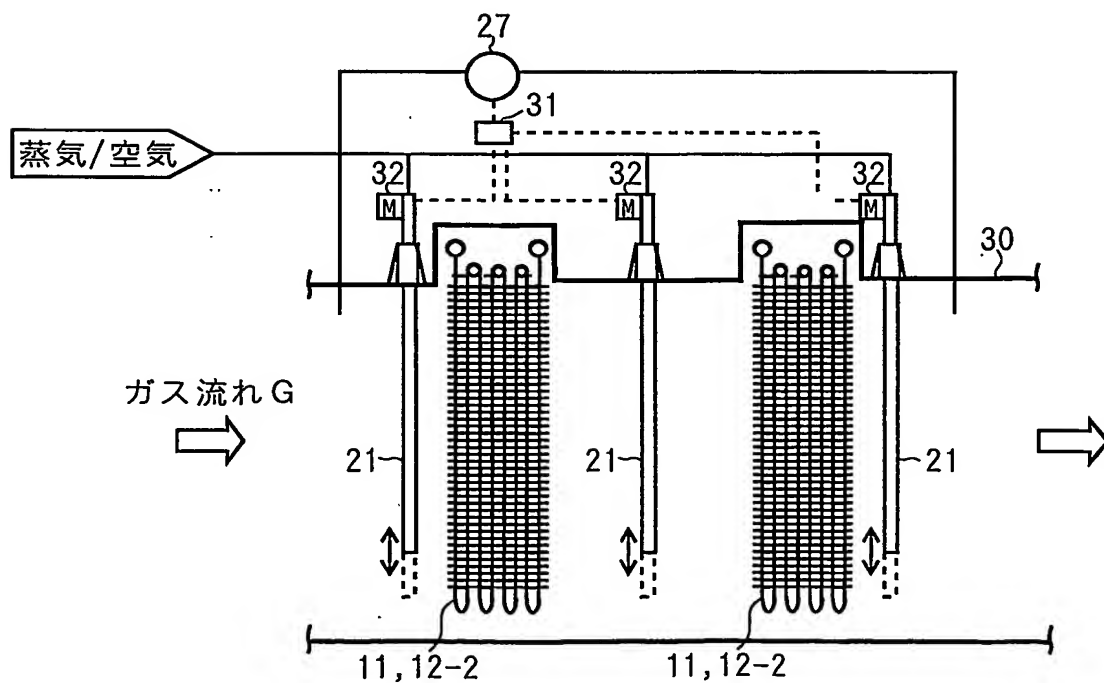


4 / 14

FIG. 4



(a)

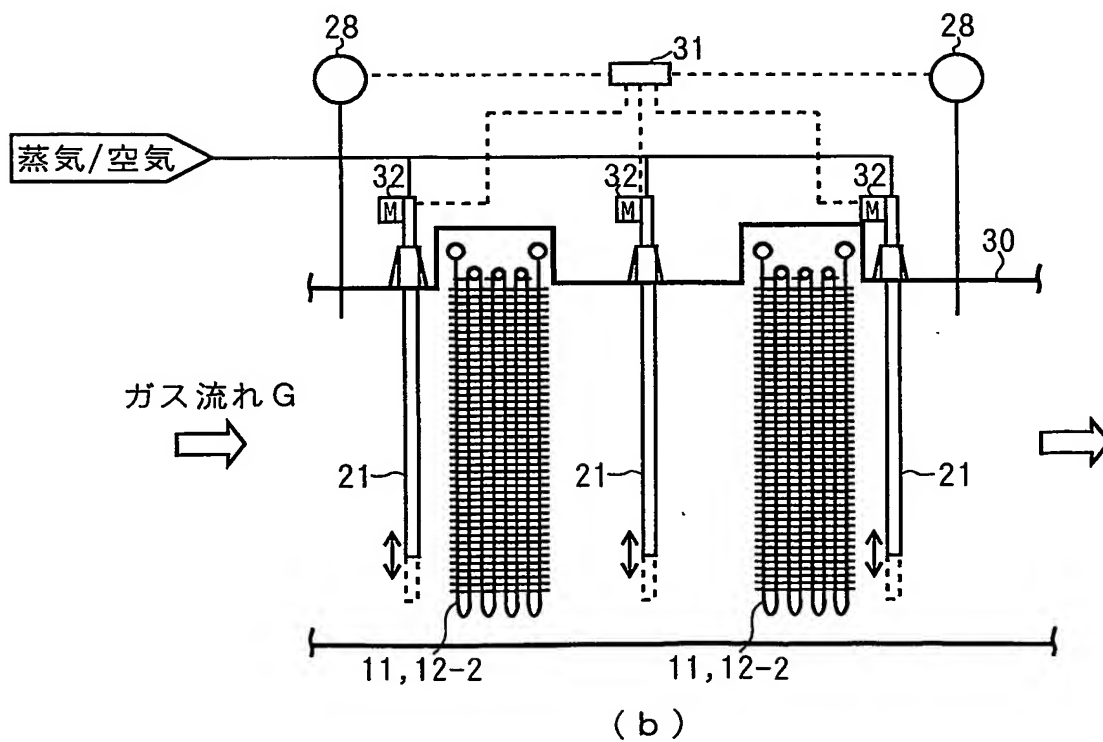
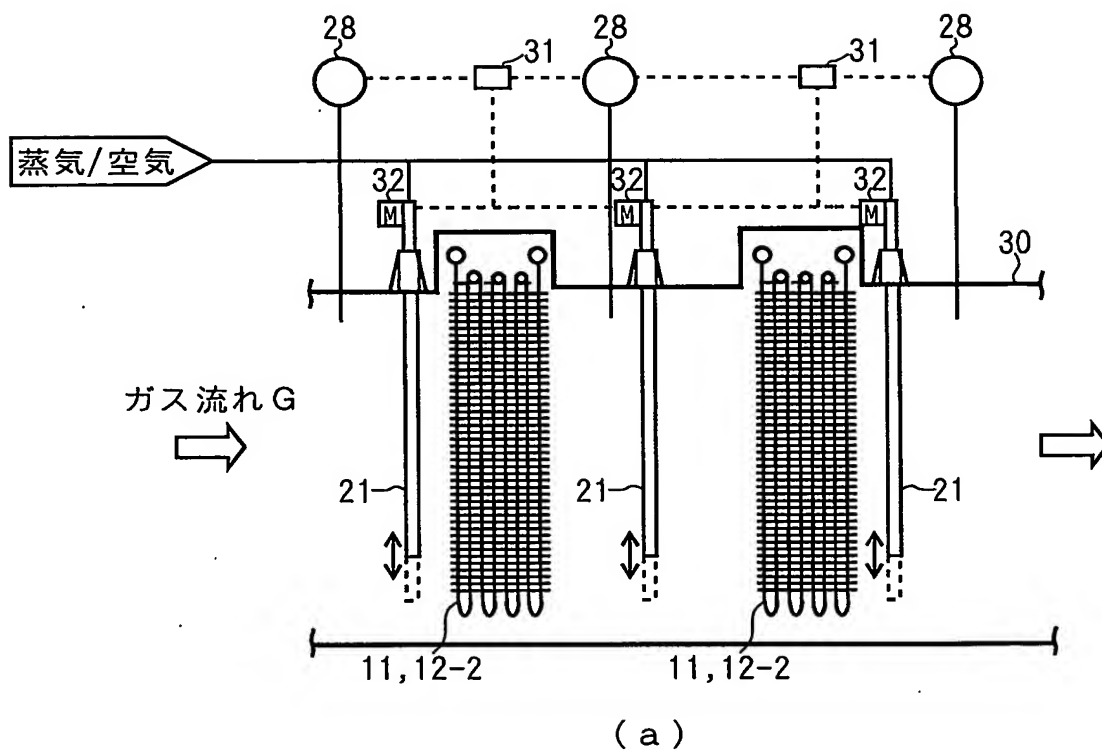


(b)

BEST AVAILABLE COPY

5 / 14

FIG. 5



BEST AVAILABLE COPY

6/14

FIG. 6

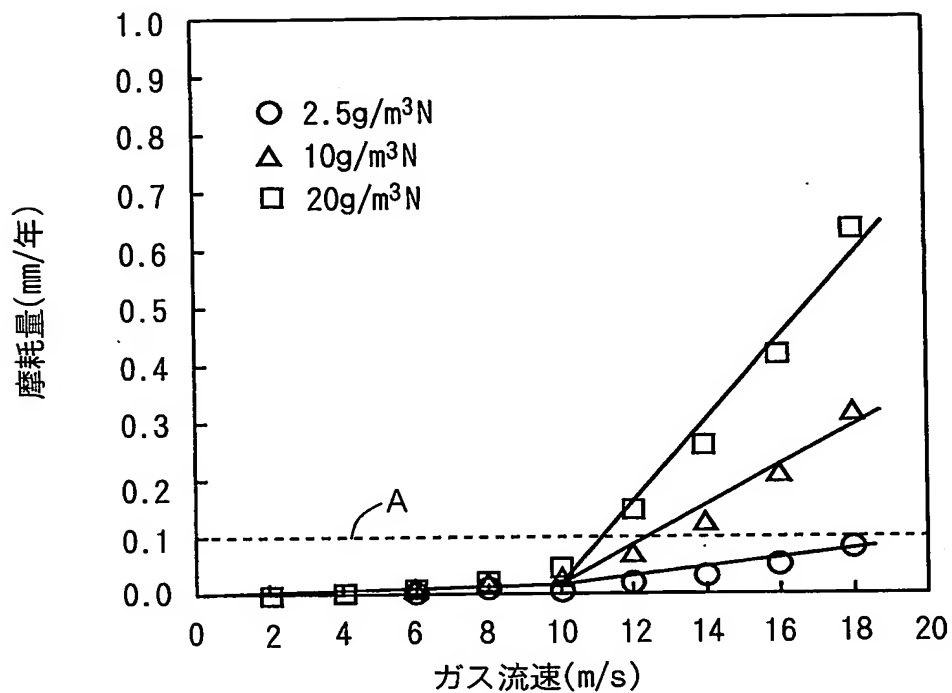
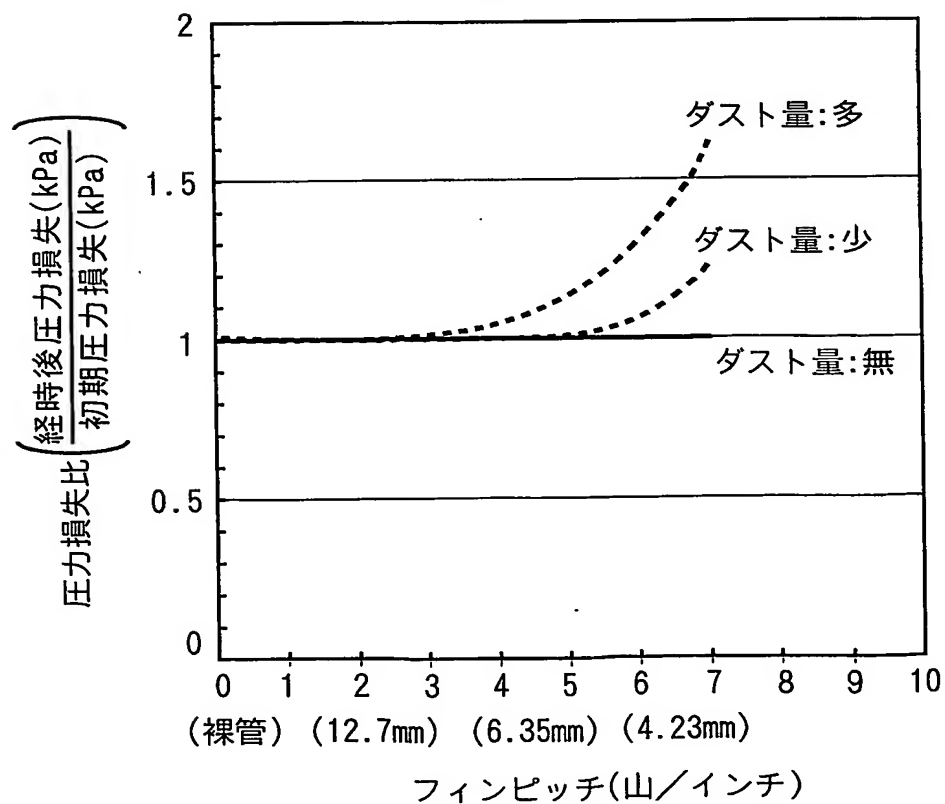


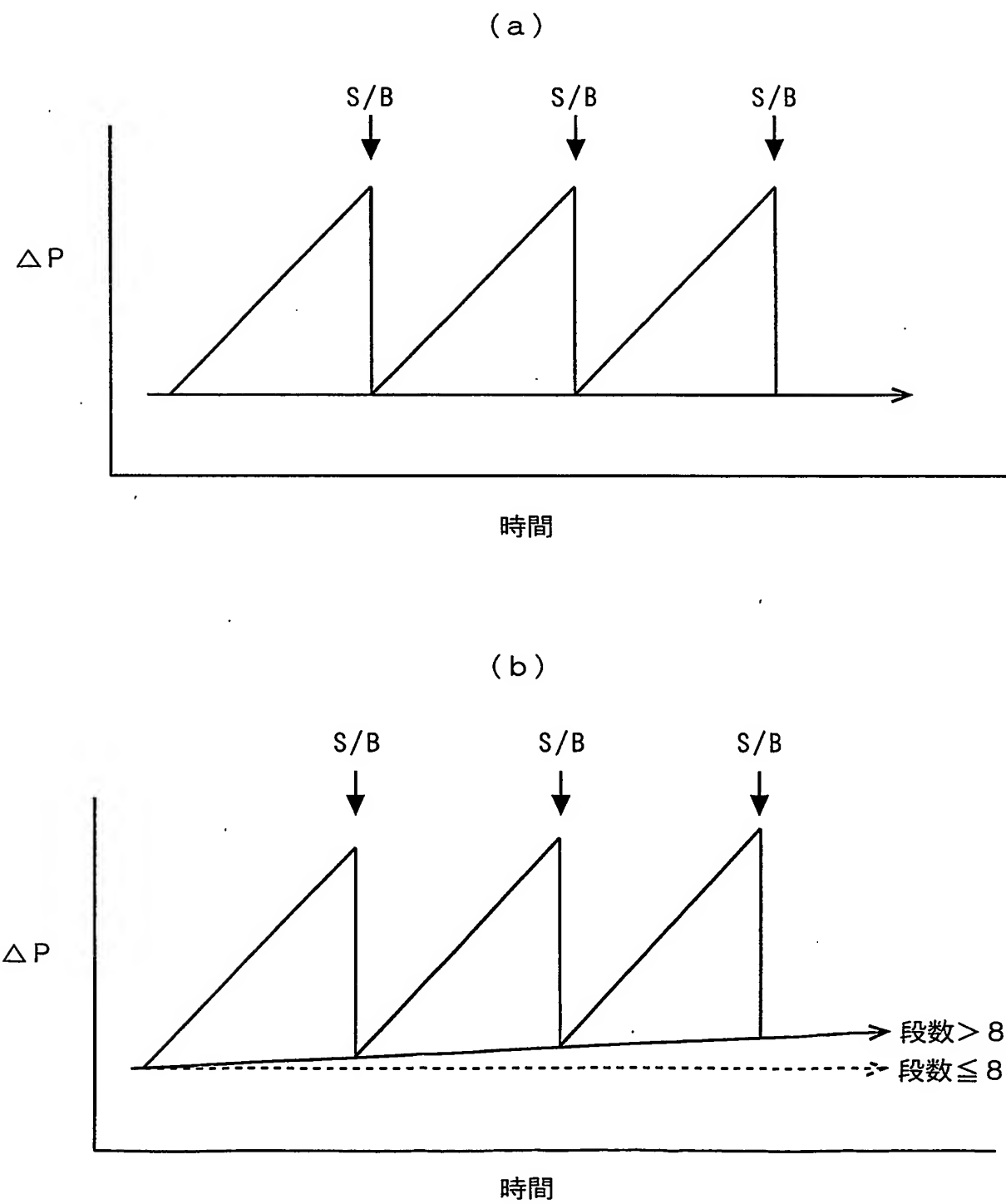
FIG. 7





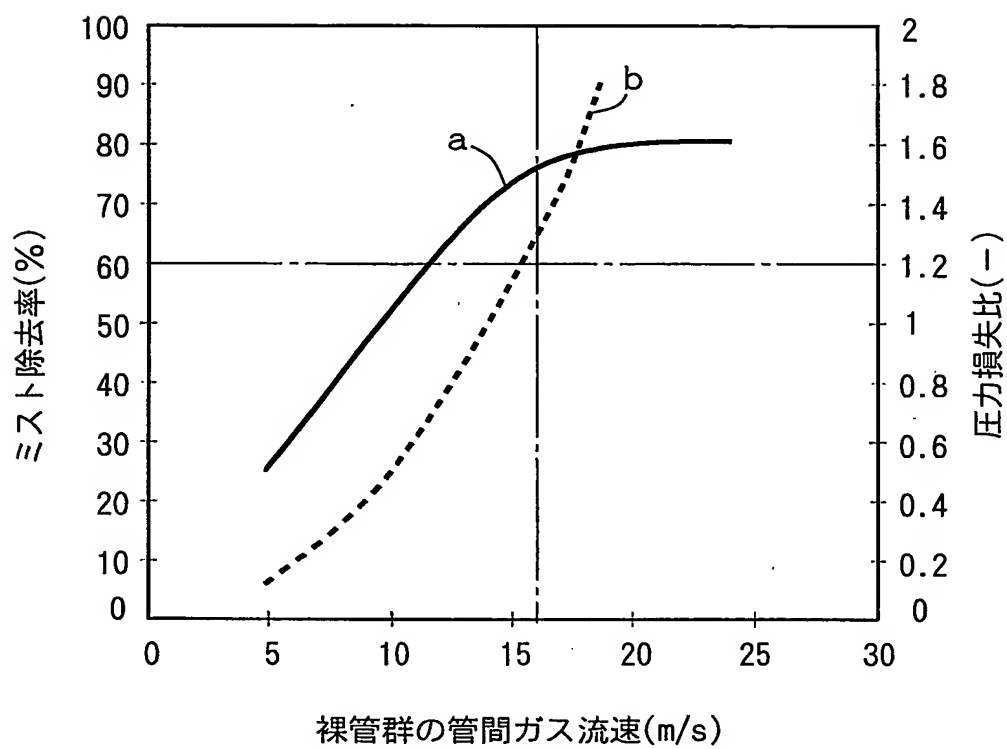
7/14

FIG. 8



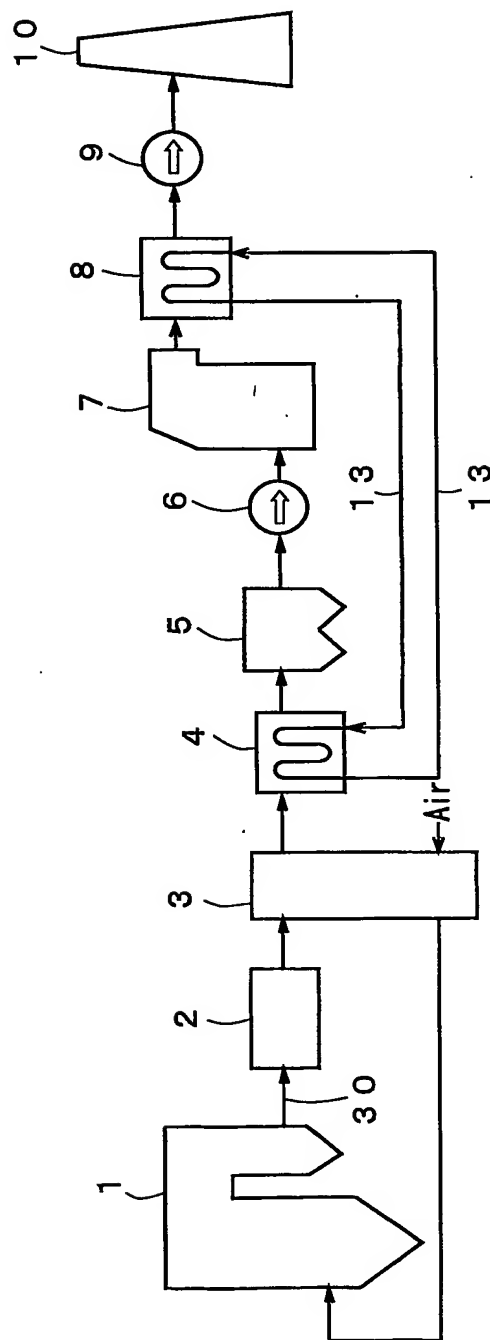
8/14

FIG. 9



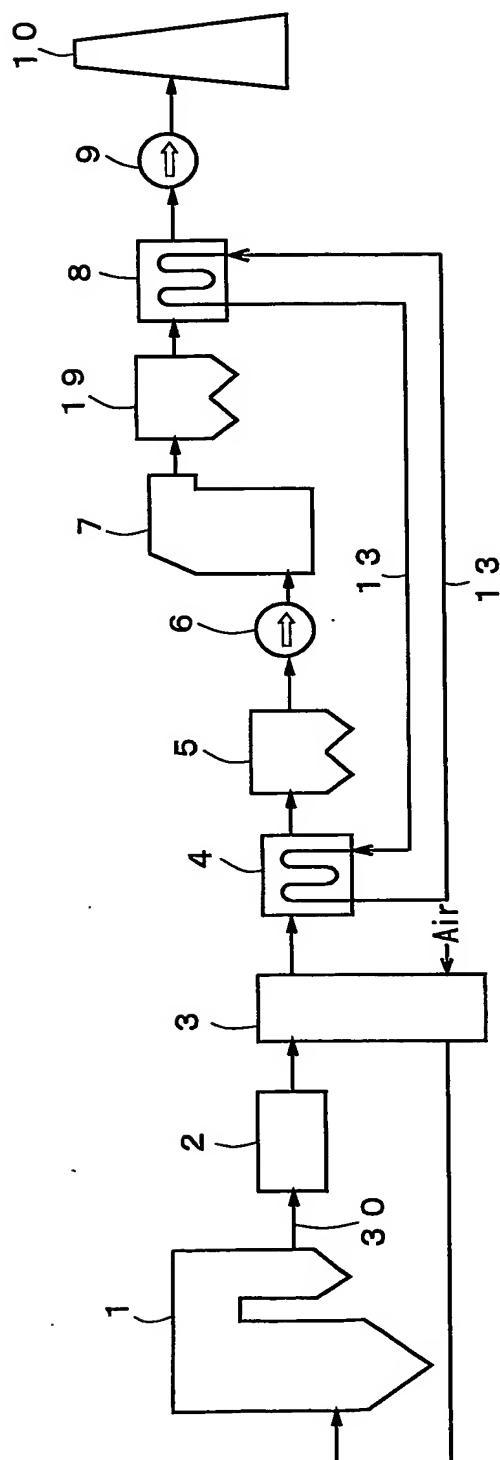
9/14

FIG. 10



10/14

FIG. 11



11/14

FIG. 12

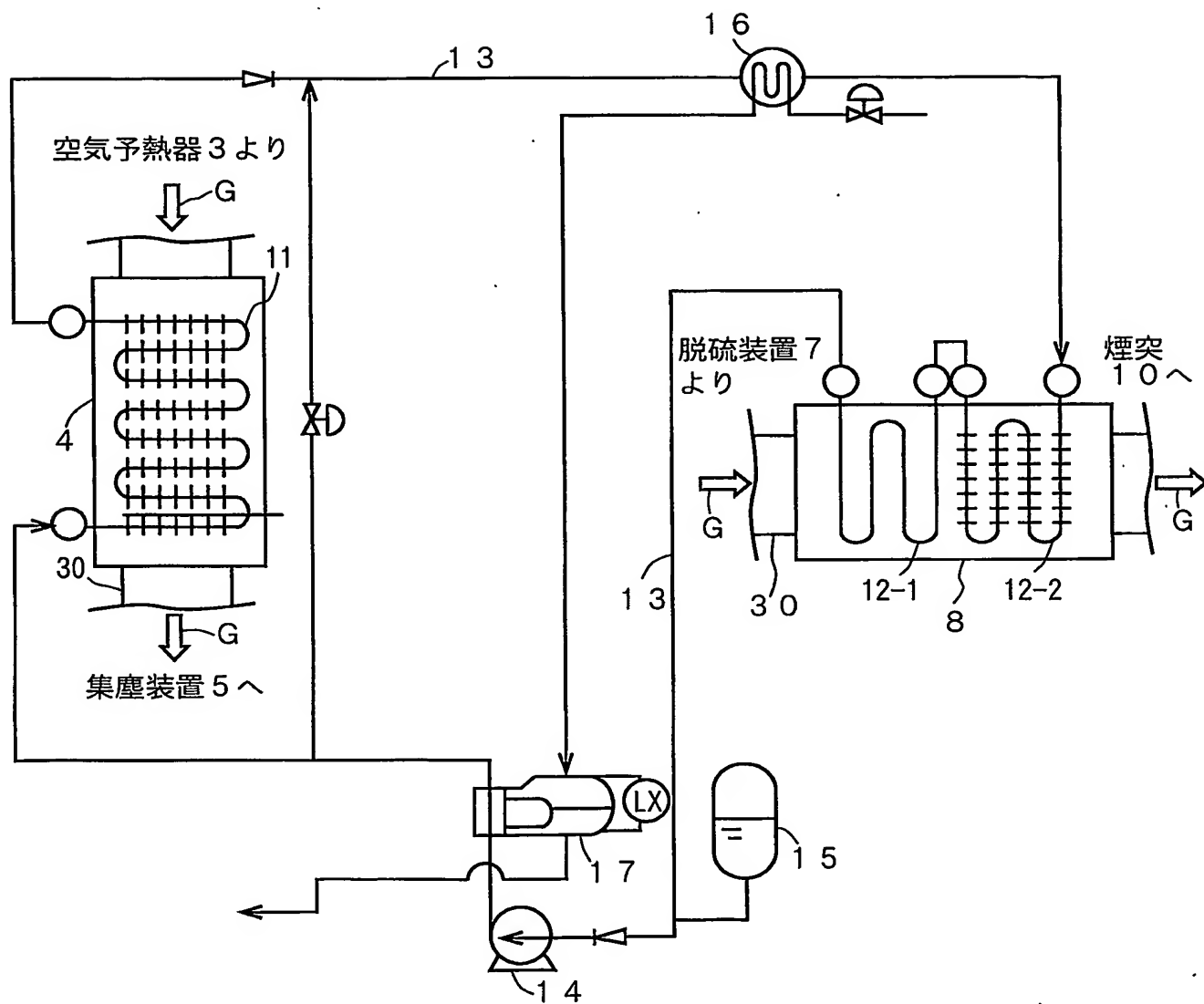
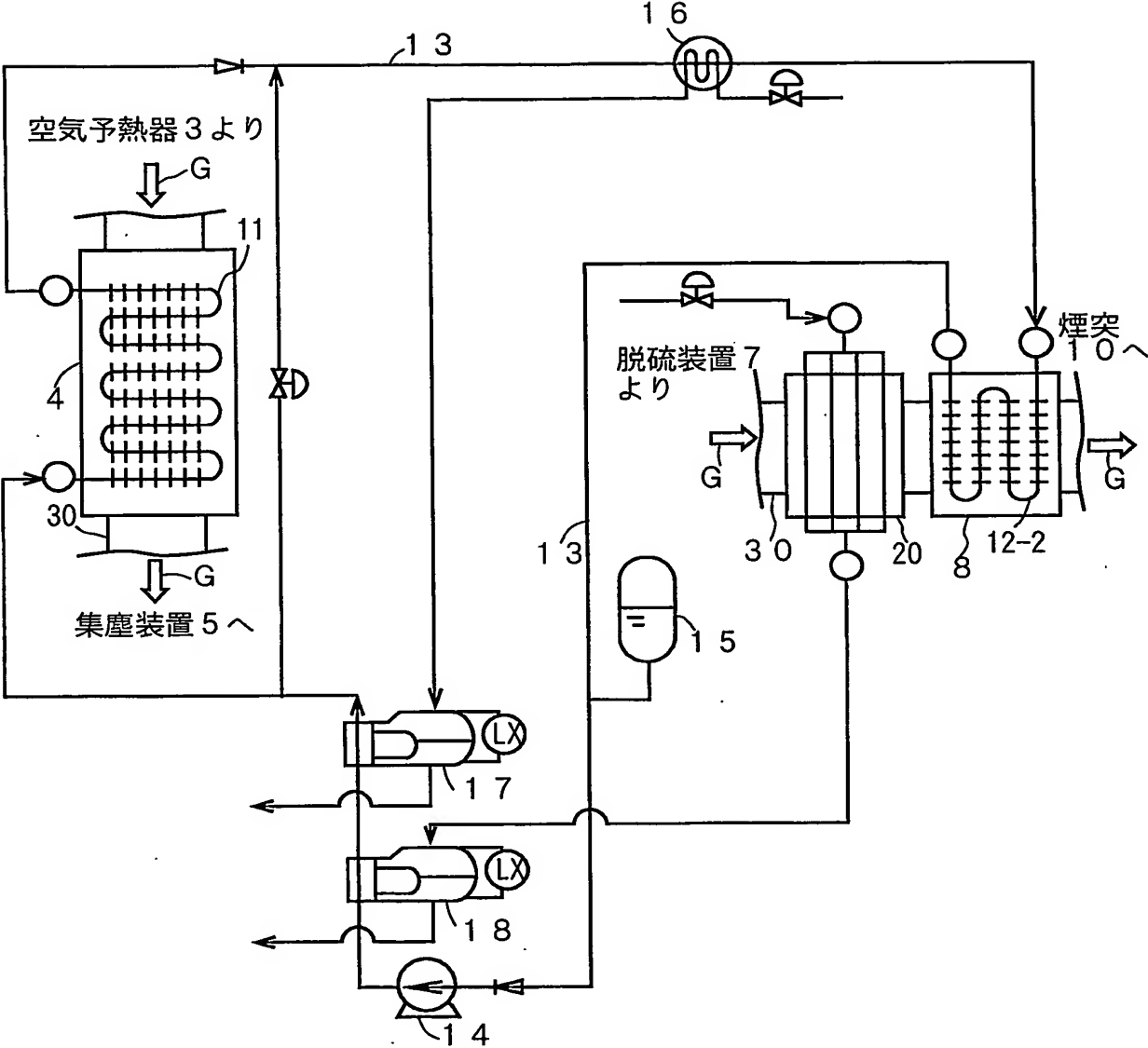
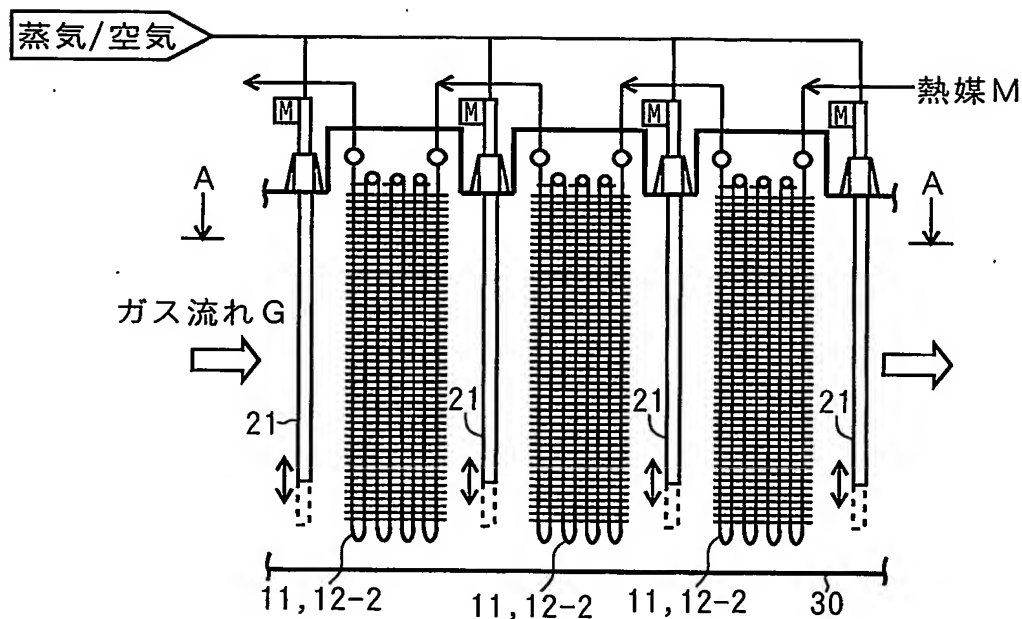


FIG. 13

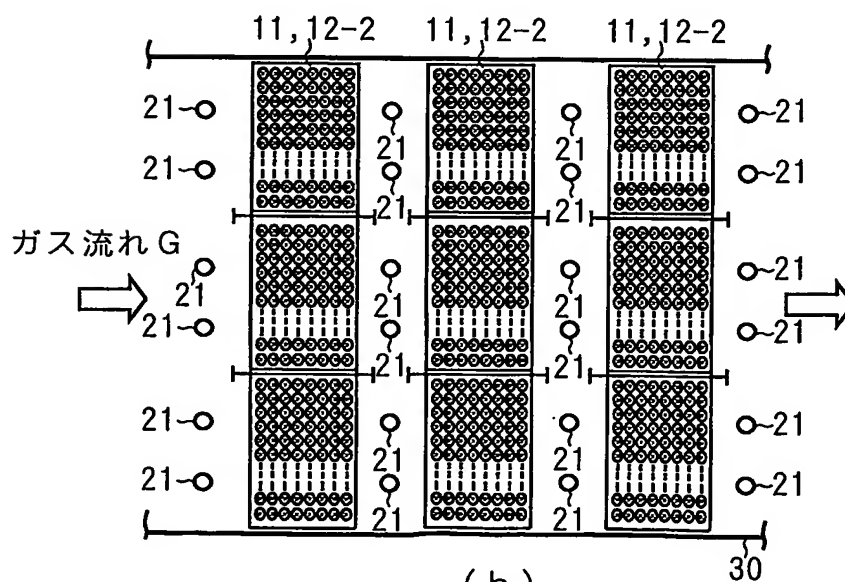


13/14

FIG. 14



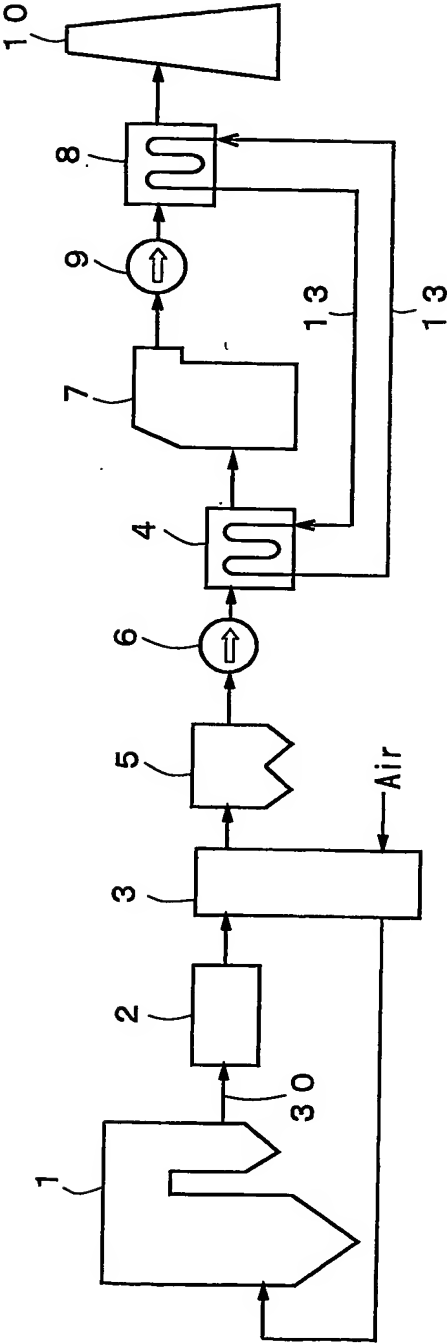
(a)



(b)

BEST AVAILABLE COPY

FIG. 15





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13904

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> F23J15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> F23J15/00, F22B1/18, B01D53/50Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2000-161647 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 16 June, 2000 (16.06.00), Column 1, lines 13 to 19; column 2, lines 11 to 22; column 5, lines 32 to 37; column 6, lines 3 to 5; column 8, lines 11 to 13; Figs. 1 to 17 (Family: none).	1, 4, 5 2, 3, 7 6
Y A	JP 10-202048 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 04 August, 1998 (04.08.98), Column 2, lines 1 to 10; Figs. 1 to 2 (Family: none)	2 1, 3-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
25 November, 2003 (25.11.03)Date of mailing of the international search report  
09 December, 2003 (09.12.03)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13904

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 9-280540 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 31 October, 1997 (31.10.97), Column 1, lines 2 to 8; column 2, lines 38 to 41; Figs. 1 to 9 (Family: none)	3 1, 2, 4-7
Y A	JP 2002-317919 A (Kubota Corp.), 31 October, 2002 (31.10.02), Column 1, lines 18 to 27; column 9, lines 35 to 41; Figs. 1 to 4 (Family: none)	7 1-6

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup>  
F23J 15/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup>  
F23J15/00, F22B1/18, B01D53/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2000-161647 A (バブコック日立株式会社) 2000. 06. 16, 第1欄, 第13-19行, 第2欄, 第11-22行, 第5欄, 第32-37行, 第6欄, 第3-5行, 第8欄, 第11-13行, 第1-17図 (ファミリーなし)	1, 4, 5 2, 3, 7 6
Y A	JP 10-202048 A (石川島播磨重工業株式会社) 1998. 08. 04, 第2欄, 第1-10行, 第1-2図 (ファミリーなし)	2 1, 3-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 11. 03

国際調査報告の発送日

09.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松下 聡

3L

3114

電話番号 03-3581-1101 内線 3335

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 9-280540 A (三菱重工業株式会社) 1997. 10. 31, 第1欄, 第2-8行, 第2欄, 第38-41行, 第1-9図 (ファミリーなし)	3 1, 2, 4-7
Y A	JP 2002-317919 A (株式会社クボタ) 2002. 10. 31, 第1欄, 第18-27行, 第9欄, 第35-41行, 第1-4図 (ファミリーなし)	7 1-6